

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-048024

(43)Date of publication of application : 18.02.2003

(51)Int.Cl.

B21D 22/14

B21D 22/16

(21)Application number : 2001-236406

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD
TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

(22)Date of filing : 03.08.2001

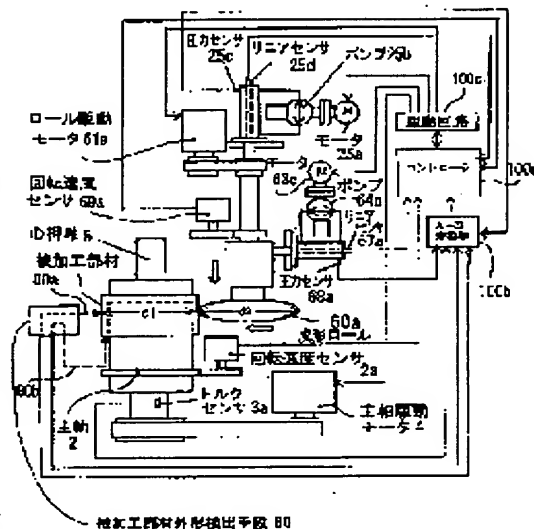
(72)Inventor : TAMIYA HIROMICHI
TANIGUCHI TAKAO
NAGAHAMA TAKAYA
TANAKA TOSHIKI

(54) WORKING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a working device having a control function capable of working a work with high accuracy without generating any breakage, wrinkles, cracks or the like while maintaining the high working efficiency.

SOLUTION: The working device comprises a first rotating means for rotating the work, a second rotating means for rotating a formed member, a pressing means for pressing the formed member from the direction substantially orthogonal to the axis of rotation of the work, a moving means for moving the formed member in the direction substantially parallel to the axis of rotation of the work, and a control means. The control means performs at least one of the mode of controlling the pressing means so that the pressing force by the pressing means is maintained in a first predetermined range and the mode of controlling the moving means so that the moving force by the moving means is maintained in a second predetermined range, and at least one of the first and second rotating means is controlled so that the peripheral speed difference at an abutting part of the work on the formed member is maintained in a third predetermined range.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-48024
(P2003-48024A)

(43) 公開日 平成15年2月18日 (2003.2.18)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 1 D 22/14
22/16

識別記号

F I

B 2 1 D 22/14
22/16

テーマコード* (参考)

Z
G

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-236406 (P2001-236406)

(22) 出願日 平成13年8月3日 (2001.8.3)

(71) 出願人 000003470

豊田工機株式会社
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地
の1

(72) 発明者 田宮 博道

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(74) 代理人 100064344

弁理士 岡田 英彦 (外3名)

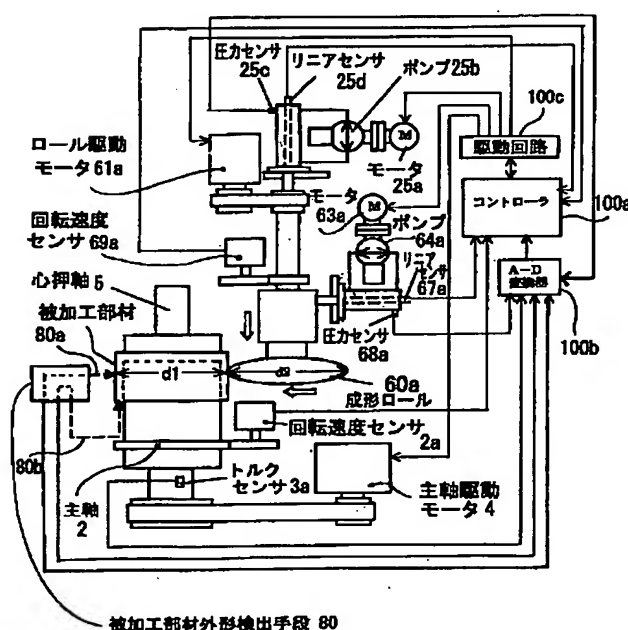
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工装置

(57) 【要約】

【課題】 高い加工能率を維持した状態で、被加工部材に破壊、しわ、亀裂等を発生させることなく高精度に加工することができる制御機能を備えた加工装置を提供する。

【解決手段】 被加工部材を回転駆動する第1回転駆動手段と、成形部材を回転駆動させる第2回転駆動手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向から押し付ける押し付け手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる移動手段と、制御手段とを備える加工装置であって、制御手段は、押し付け手段による押し付け力が第1所定範囲に維持されるように押し付け手段を制御するモードと、移動手段による移動力が第2所定範囲に維持されるように移動手段を制御するモードとの少なくとも一方を実行すると共に、被加工部材と成形部材の当接部位における周速度差が第3所定範囲に維持されるように第1及び第2回転駆動手段の少なくとも一方を制御する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加工部材を回転駆動する第1の回転駆動手段と、成形部材を回転駆動させる第2の回転駆動手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向から押し付ける押し付け手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる移動手段と、制御手段とを備える加工装置であって、制御手段は、成形部材を被加工部材に押し付ける押し付け力が第1の所定範囲に維持されるように押し付け手段を制御するモードと、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる移動力が第2の所定範囲に維持されるように移動手段を制御するモードとの少なくとも一方を実行すると共に、被加工部材と成形部材の当接部位における周速度差が第3の所定範囲に維持されるように第1の回転駆動手段及び第2の回転駆動手段の少なくとも一方を制御する、ことを特徴とする加工装置。

【請求項2】 被加工部材を回転駆動する第1の回転駆動手段と、成形部材を回転駆動させる第2の回転駆動手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向から押し付ける押し付け手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる移動手段と、制御手段とを備える加工装置であって、制御手段は、被加工部材を回転させるトルクが第4の所定範囲に維持されるように第1の回転駆動手段を制御し、被加工部材と成形部材の当接部位における周速度差が第3の所定範囲に維持されるように第2の回転駆動手段を制御する、ことを特徴とする加工装置。

【請求項3】 被加工部材を回転駆動する第1の回転駆動手段と、成形部材を回転駆動させる第2の回転駆動手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向から押し付ける押し付け手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる移動手段と、制御手段とを備える加工装置であって、制御手段は、被加工部材と成形部材の当接部位における摩擦係数が第5の所定範囲に維持されるように、第1の回転駆動手段、第2の回転駆動手段、押し付け手段、移動手段の少なくとも1つを制御する、ことを特徴とする加工装置。

【請求項4】 請求項3に記載の加工装置であって、被加工部材の回転数を検出する第1の回転数検出手段と、成形部材の回転数を検出する第2の回転数検出手段と、被加工部材を回転させるトルクを検出するトルク検出手段と、押し付け手段が押し付ける力を検出する押し付け力検出手段とを備え、制御手段は、第1の回転数検出手段で検出した被加工部材の回転数と、第2の回転数検出手段で検出した成形部材の回転数と、予め判っている被加工部材と成形部材の当接部位における成形部材の外形と、トルク検出手段で検出した被加工部材を回転させるトルクと、押し付け力

検出手段で検出した押し付け力とに基づいて、被加工部材と成形部材の当接部位における、摩擦係数を検出する、ことを特徴とする加工装置。

【請求項5】 被加工部材を回転駆動する第1の回転駆動手段と、成形部材を回転駆動させる第2の回転駆動手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向から押し付ける押し付け手段と、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる移動手段と、制御手段とを備える加工装置であって、制御手段は、被加工部材の変形量が第6の所定範囲に維持されるように、第1の回転駆動手段、第2の回転駆動手段、押し付け手段、移動手段の少なくとも1つを制御する、ことを特徴とする加工装置。

【請求項6】 請求項5に記載の加工装置であって、変形量は、単位時間における、寸法の変化量あるいは寸法の変化割合である、ことを特徴とする加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加工装置、特に、回転している被加工部材に、回転している成形部材を押し付けて被加工部材を成形する、スピニング加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的に、固定軸線上に心押軸と主軸（あるいは、主軸に固定されたマンドレル）に挟持され、軸線を中心に回転する、金属等の被加工部材に対し、成形工具としての成形ロール（成形部材等）を軸線とほぼ垂直な方向から押し付けながら被加工部材の軸線方向に移動させて、被加工部材の外形を成形するスピニング加工装置が知られている。スピニング加工装置では、成形ロールは、被加工部材と反対の方向に回転し、且つ回転速度が制御可能となるように構成され、被加工部材をほとんど削ることなく組成（肉）を移動させて加工する。従来のスピニング加工装置の技術として、例えば、特開昭57-165129公報では、成形ロールの形状を工夫して被加工部材を破壊等することなく成形し、被加工部材と成形ロールの当接部位における被加工部材周速度（マンドレル周速度）よりも成形ロール周速度の方を若干遅くして、光沢ある表面仕上げにすることを提案している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】特開昭57-165129公報では、被加工部材を破壊等することなく成形し、光沢ある表面仕上げにすることが可能であるが、成形荷重やトルク及び摩擦係数との関連を考慮した回転制御を行っていないため、加工速度を増加して加工能率を向上させる（加工開始から加工完了までに要する時間を短くする）ことは困難である。また、過大な加工速度の設定は被加工部材に破壊、しわ、亀裂等の発生を招くため、加工速度は被加工部材に破壊、しわ、亀裂等を発生

(3)

3

させないように充分遅い速度に設定している。また、外周に溝等が施されたマンドレルを使用する場合、被加工部材の表面の加工精度とともに、当該マンドレルの外周の溝等に被加工部材の組成（肉）を充填させることも要求される。このような場合も、加工速度を十分に遅くして、被加工部材の流動性を高め、確実に被加工部材の組成（肉）を充填させなければならず、加工能率を向上させることは困難である。本発明は、このような点に鑑みて創案されたものであり、高い加工能率を維持した状態で、被加工部材に破壊、しわ、亀裂等を発生させることなく高精度に加工することができる加工装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明の第1発明は、請求項1に記載されたとおりの加工装置である。請求項1に記載の加工装置では、制御手段は、成形部材を被加工部材に押し付ける押し付け力が第1の所定範囲に維持されるように押し付け手段を制御するモードと、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる移動力が第2の所定範囲に維持されるように移動手段を制御するモードとの少なくとも一方を実行すると共に、被加工部材と成形部材の当接部位における周速度差が第3の所定範囲に維持されるように第1の回転駆動手段及び第2の回転駆動手段の少なくとも一方を制御する。請求項1に記載の加工装置を用いれば、過大な加工速度にならないように、成形部材を押し付ける力を第1の所定範囲に維持させ、成形部材を移動させる力を第2の所定範囲に維持させることで被加工部材に破壊、しわ、亀裂等を発生させることなく被加工部材の流動性を高め、予め設定された高い加工能率で加工できる。また、被加工部材と成形部材との周速度差を第3の所定範囲に維持させることで、自動的に最適な加工精度に調節することができる。

【0005】また、本発明の第2発明は、請求項2に記載されたとおりの加工装置である。請求項2に記載の加工装置では、制御手段は、被加工部材を回転させるトルクが第4の所定範囲に維持されるように第1の回転駆動手段を制御し、被加工部材と成形部材の当接部位における周速度差が第3の所定範囲に維持されるように第2の回転駆動手段を制御する。請求項2に記載の加工装置を用いれば、過大な加工速度にならないように、被加工部材を回転させるトルクを第4の所定範囲に維持させることで、被加工部材に破壊、しわ、亀裂等を発生させることなく被加工部材の流動性を高め、予め設定された高い加工能率で加工できる。また、被加工部材と成形部材との周速度差を第3の所定範囲に維持させることで、自動的に最適な加工精度に調節することができる。

【0006】また、本発明の第3発明は、請求項3に記載されたとおりの加工装置である。請求項3に記載の加工装置では、制御手段は、被加工部材と成形部材の当接

4

部位における摩擦係数が第5の所定範囲に維持されるように、第1の回転駆動手段、第2の回転駆動手段、押し付け手段、移動手段の少なくとも1つを制御する。請求項3に記載の加工装置を用いれば、被加工部材と成形部材の当接部位における摩擦係数を第5の所定範囲に維持させることで、自動的に最適な加工条件（例えば、第1の回転駆動手段の回転速度、第2の回転駆動手段の回転速度、押し付け力、移動力等の設定値）に調節することができる。

10 【0007】また、本発明の第4発明は、請求項4に記載されたとおりの加工装置である。請求項4に記載の加工装置では、制御手段は、第1の回転数検出手段で検出した被加工部材の回転数と、第2の回転数検出手段で検出した成形部材の回転数と、予め判っている被加工部材と成形部材の当接部位における成形部材の外形と、トルク検出手段で検出した被加工部材を回転させるトルクと、押し付け力検出手段で検出した押し付け力とに基づいて、被加工部材と成形部材の当接部位における、摩擦係数を検出する。請求項4に記載の加工装置を用い

20 ば、被加工部材と成形部材の当接部位における摩擦係数を適切に検出することができる。

【0008】また、本発明の第5発明は、請求項5に記載されたとおりの加工装置である。請求項5に記載の加工装置では、制御手段は、被加工部材の変形量が第6の所定範囲に維持されるように、第1の回転駆動手段、第2の回転駆動手段、押し付け手段、移動手段の少なくとも1つを制御する。請求項5に記載の加工装置を用いれば、被加工部材の変形量を第6の所定範囲に維持させることで、自動的に最適な加工条件（例えば、第1の回転駆動手段の回転速度、第2の回転駆動手段の回転速度、押し付け力、移動力等の設定値）に調節することができる。

30 【0009】また、本発明の第6発明は、請求項6に記載されたとおりの加工装置である。請求項6に記載の加工装置では、変形量は、単位時間における、寸法の変化量あるいは寸法の変化割合である。請求項6に記載の加工装置を用いれば、所定の時間毎に、被加工部材の径、長さ等の寸法を計測することで、容易に被加工部材の変形量を検出することができる。

40 【0010】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。図1は、本発明の加工装置をスピニング加工装置に適用した一実施の形態の概略正面図を示している。また、図2は、図1のA矢視方向から見たスピニング加工装置の断面図であり、図3は、図2のB矢視方向から見たロールヘッド70a、成形ロール60a、駆動装置62aの断面図である。まず、図1、図2、図3を用いて、スピニング加工装置の構造について説明する。スピニング加工装置は、基台10を備え、基台10にはコラム132、133が直立状態で固定され

50

(4)

5

ており、コラム132、133の上端には上部機体40が固定されている。また、成形ロール60a、60b、60cが回転自在に取り付けられたロールヘッド70a、70b、70cが進退送り自由に取り付けられた昇降台20を備えている。昇降台20は、ベアリングブロックを備え、コラム132、133に設けられた各一對のリニアガイド132a、133aに沿って、上下方向に移動可能に取り付けられている。基台10には、主軸駆動モータ4が設けられ、主軸駆動モータ4は、ベルト等にて回転を伝達させて、主軸ヘッド3に回転支持された主軸2を回転させる。上部機体40には、心押軸駆動装置6が設けられ、心押軸駆動装置6は、例えば、モータ、ポンプ、リザーバ及び心押軸送りシリンダからなるハイブリッドアクチュエータユニットで構成され、心押軸5を上下方向に移動させる。被加工部材は、主軸2（あるいは主軸2に固定されたマンドレル）と、下方向に移動した心押軸5の間に、任意の力で挟持され、固定される。また、心押軸5は、例えば、スラスト軸受け機構5aを介して心押軸送りシリンダに対して回転可能に支持され、主軸2が回転すると、主軸2との間に挟持する被加工部材と共に心押軸5も連動して回転するように構成されている。

【0011】また、上部機体40には、同期駆動される一對の昇降台駆動装置25が設けられており、各昇降台駆動装置25は、例えば、モータ、ポンプ、リザーバ及び昇降台送りシリンダからなるハイブリッドアクチュエータユニットで構成され、昇降台20を上下方向に移動させる。昇降台20は、例えば、平面略三角形であり、中心部に心押軸5と主軸2（あるいは主軸2に固定されたマンドレル）で挟持された被加工部材を通す孔27が設けられている。昇降台20の平面略三角形の各頂点には、ロールヘッド70a、70b、70cが、昇降台20に対して心押軸5の方向（略三角形の重心の方向）に進退送り可能に取り付けられている。また、昇降台20には、各ロールヘッド70a、70b、70cの駆動装置62a、62b、62cが設けられている。各駆動装置62は、例えば、ハイブリッドアクチュエータユニットであり、図3で代表して例示するように、モータ63、ポンプ64、リザーバ71、油圧シリンダ65から構成され、モータ63の駆動力でポンプ64を駆動し、油圧シリンダ65の前後室内への圧油の給排を制御して、成形ロール60を備えたロールヘッド70を進退送りする。ロールヘッド70は、ガイドレール66を備え、昇降台20に備えられたベアリングブロックに案内され、移動（進退）可能に構成されている。制御手段100は、スピニング加工装置の起動／停止を操作するためのスイッチ及び加工条件を設定あるいは入力する入力手段等が設けられている。また、制御手段100は、主軸回転信号、ロール回転信号等が入力され、主軸駆動モータ4、ロール駆動モータ61等を制御する。尚、詳細

6

図示を省略したが、前述した心押軸駆動装置6及び各昇降台駆動装置25を構成するハイブリッドアクチュエータユニットも図3に示すそれと略同一の構成となっている。

【0012】次に、図4A～Dを用いて、スピニング加工装置で被加工部材を加工する加工例を説明する。図4は、中心部に穴のあいた円盤状部材から、内孔に溝が形成されたカップ状部材を成形する過程の例を示している。図4Aは、加工前の状態を示している。ここで、主軸2には、溝7aが設けられたマンドレル7が固定されている。図4Bは、被加工部材（この例では、中心部に穴のあいた円盤状部材）をセットした状態である。被加工部材をマンドレル7の上にセットし、心押軸5を下方向に移動させ、主軸2に固定されたマンドレル7と、任意の力で挟持可能な心押軸5との間に被加工部材を挟持し、固定する。図4Cは、粗成形用のロール（例えば、60b）を用いて、粗成形を開始した状態を示している。粗成形の場合、粗成形用のロールを、主軸2及びマンドレル7の回転方向と連れ廻りの方向に回転させながら、予め設定された所定の加工速度（粗成形用速度）で、被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向（図4C中に示した第1方向）から押し付けるとともに、当該回転軸線とほぼ平行な方向（図4C中に示した第2方向）に移動させる。そして、被加工部材を略カップ状部材に加工する。図4Dは、精成形用のロール（例えば、60a）を用いて、仕上げをしている状態を示している。精成形の場合、精成形用のロールを、主軸2及びマンドレル7の回転方向と連れ廻りの方向に回転させながら、予め設定された所定の加工速度（精成形用速度）で、被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向から押し付けるとともに、当該回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる。そして、略カップ状部材から、内孔の溝7aに確実に組成（肉）が充填され、且つ外側表面が精度よく仕上げられた（光沢等を持つ）カップ状部材に加工する。

【0013】次に、図5を用いて、本発明の加工装置における、加工に関する駆動部分、当該駆動部分等の状態（回転数、力、位置等）を検出するセンサ、当該センサの出力に基づいて駆動部分を制御する制御手段の接続について説明する。図5では、成形ロールを1つのみ記載しており、他の成形ロールも同様に接続されている。制御手段100は、例えば、コントローラ100a、A-D変換器100b、駆動回路100cを備えている。また、コントローラ100aは、図示しないが、各種のスイッチ等（例えば、起動／停止等の各操作、加工速度の設定等）が設けられた入力手段と、各種の表示等（例えば、設定状態、動作状態、異常／正常の表示等）をする出力手段も備えている。被加工部材を回転させる部分に関しては、コントローラ100aからの制御信号に基づいて、駆動回路100cから駆動電力を主軸駆動モータ4に供給する。主軸駆動モータ4は、ベルトを介して主

(5)

7

軸2を回転させる。この主軸駆動モータ4及び主軸2が、第1の回転駆動手段に相当する。主軸2にはトルクセンサ3aが設けられ、例えば、主軸2の入力（主軸駆動モータ4からの駆動力等）と主軸2の出力（成形ロールが押し付けられた被加工部材からの抗力等）による、ねじれに応じた検出信号をA-D変換器100bを介してコントローラ100aに伝える。また、主軸2には回転速度センサ2aが設けられ、主軸2の回転速度に応じた検出信号をコントローラ100aに伝える。なお、トルクは、主軸駆動モータ4に供給している駆動電力及び回転速度センサ2aからの出力信号等を演算処理して求めることもできる。

【0014】また、被加工部材の外形形状を検出するための、被加工部材外形検出手段80が、被加工部材の近傍に設けられている。被加工部材外形検出手段80は、例えば、被加工部材と成形ロールの当接部位の周上に当接したプローブ80aと、プローブ80aの位置を検出するポテンショメータ、及び被加工部材の下端に当接したプローブ80bと、プローブ80bの位置を検出するポテンショメータ等で構成される。あるいは、非接触式のレーザ荷重計を用いることもできる。プローブ80aは、成形ロールが上下方向に移動した場合、成形ロールに連動して上下方向に移動するように構成されている。被加工部材外形検出手段80は、被加工部材と成形ロールの当接部位における被加工部材の径（この場合、プローブ80aで検出）及び被加工部材の長さ（この場合、プローブ80bで検出）に応じた検出信号を、A-D変換器100bを介してコントローラ100aに伝える。

【0015】成形ロールを回転させる部分に関しては、コントローラ100aからの制御信号に基づいて、駆動回路100cから駆動電力をロール駆動モータ61aに供給する。ロール駆動モータ61aは、ベルトを介して成形ロール60aを回転させる。このロール駆動モータ61aが、第2の回転駆動手段に相当する。成形ロール60aには回転速度センサ69aが設けられ、成形ロール60aの回転速度に応じた検出信号をコントローラ100aに伝える。

【0016】成形ロールを被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向から押し付ける部分に関しては、コントローラ100aからの制御信号に基づいて、駆動回路100cから駆動電力を（駆動装置62aに設けられた）モータ63aに供給する。モータ63aは、ポンプ64aを介して油圧シリンダ内の油圧を制御して、成形ロール60aを図5中の左右方向に移動させる。このモータ63a、ポンプ64a、油圧シリンダが、押し付け手段に相当する。油圧シリンダにはリニアセンサ67aが設けられ、成形ロール60aの図5中の左右方向の位置に応じた検出信号をコントローラ100aに伝える。制御手段100は、リニアセンサ67aの検出信号に基づいて、被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向における加工終

8

了位置等を認識する。また、油圧シリンダには圧力センサ68a（押し付け力検出手段等）が設けられ、成形ロール60aの図5中の左方向に押し付ける力に応じた検出信号をコントローラ100aに伝える。

【0017】成形ロールを被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる部分に関しては、コントローラ100aからの制御信号に基づいて、駆動回路100cから駆動電力を（昇降台駆動装置25に設けられた）モータ25aに供給する。モータ25aは、ポンプ25bを介して油圧シリンダ内の油圧を制御して、成形ロール60aを図5中の上下方向に移動させる。このモータ25a、ポンプ25b、油圧シリンダが、移動手段に相当する。油圧シリンダにはリニアセンサ25dが設けられ、成形ロール60aの図5中の上下方向の位置に応じた検出信号をコントローラ100aに伝える。制御手段100は、リニアセンサ25dの検出信号に基づいて、被加工部材の回転軸線方向における加工開始位置と加工終了位置等を認識する。また、油圧シリンダには圧力センサ25c（移動力検出手段等）が設けられ、成形ロール60aの図5中の上下方向に移動させる力に応じた検出信号をコントローラ100aに伝える。以下、第1の実施の形態～第5の実施の形態について、順に説明する。以下の説明では、特に断りがない限り、「押し付け力」は、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ垂直な方向から押し付ける力を指し、「移動力」は、成形部材を被加工部材の回転軸線とほぼ平行な方向に移動させる力を指す。

【0018】◆【第1の実施の形態】第1の実施の形態では、予め設定された加工能率を維持した状態で、被加工部材に破壊、しわ、亀裂等を発生させることなく高精度に加工する方法について説明する。この場合、加工能率の維持は、圧力センサ68aにて検出した押し付け力を第1所定範囲に維持し、圧力センサ25cにて検出した移動力を第2所定範囲に維持することで達成することができる。また、高精度の加工は、被加工部材と成形ロールの周速度の差を第3所定範囲に維持することで達成することができる。

【0019】図6を用いて、被加工部材の周速度と成形ロールの周速度及びすべり率について説明する。図6は、被加工部材と成形ロールを上から見た図である。図6は、説明のために被加工部材と成形ロールを離して記載しているが、実際には被加工部材と成形ロールは当接している。ここで、被加工部材と成形ロールの当接部位における、被加工部材の直径を $d1$ [m]、成形ロールの直径を $d2$ [m]として、被加工部材の回転数を $R1$ [1/s]、成形ロールの回転数を $R2$ [1/s]とする。すると、被加工部材と成形ロールの当接部位における、被加工部材の周速度 Vw [m/s]は、 $Vw = \pi \cdot d1 \cdot R1$ で表され、成形ロールの周速度 Vr [m/s]は、 $Vr = \pi \cdot d2 \cdot R2$ で表される。また、すべ

9

り率 M [単位なし] は、例えば、 $M = (Vw - Vr) / Vw (= 1 - (d2 \cdot R2) / (d1 \cdot R1))$ で表される。ここで、 $Vw \geq Vr$ とすると、 $0 \leq M \leq 1$ となる。

【0020】次に、図7及び図8に示すフローチャートと図5を用いて、制御手段100の処理手順について説明する。図7及び図8のフローチャートに示す処理は、例えば、所定時間毎(10ms毎等)に実行される。まず、図7の「押し付け手段制御」について説明する。

「押し付け手段制御」では、押し付け力($F1$)を、第1所定範囲($f1 \sim f2$ の範囲： $f1 < f2$)に維持する。制御手段100は、ステップS110にて、圧力センサ68aの出力信号に基づいて押し付け力($F1$)を検出する。そして、ステップS120にて、押し付け力($F1$)が $f1$ 以上であるか否かを判定する。 $f1$ 以上である場合(Yesの場合)は、ステップS130に進む。 $f1$ 未満である場合(Noの場合)は、ステップS140aに進む。ステップS140aでは押し付け力($F1$)を増加(例えば、微小な所定の力である ΔF 分増加)させ、処理を終了する。ステップS130では、押し付け力($F1$)が $f2$ 以下であるか否かを判定する。 $f2$ 以下である場合(Yesの場合)は、処理を終了する。 $f2$ より大きい場合(Noの場合)は、ステップS140bに進む。ステップS140bでは押し付け力($F1$)を減少(例えば、微小な所定の力である ΔF 分減少)させ、処理を終了する。

【0021】次に、図7の「移動手段制御」について説明する。「移動手段制御」では、移動力($F2$)を、第2所定範囲($f3 \sim f4$ の範囲： $f3 < f4$)に維持する。制御手段100は、ステップS210にて、圧力センサ25cの出力信号に基づいて、移動力($F2$)を検出する。そして、ステップS220にて、移動力($F2$)が $f3$ 以上であるか否かを判定する。 $f3$ 以上である場合(Yesの場合)は、ステップS230に進む。 $f3$ 未満である場合(Noの場合)は、ステップS240aに進む。ステップS240aでは移動力($F2$)を増加(例えば、微小な所定の力である ΔF 分増加)させ、処理を終了する。ステップS230では、移動力($F2$)が $f4$ 以下であるか否かを判定する。 $f4$ 以下である場合(Yesの場合)は、処理を終了する。 $f4$ より大きい場合(Noの場合)は、ステップS240bに進む。ステップS240bでは移動力($F2$)を減少(例えば、微小な所定の力である ΔF 分減少)させ、処理を終了する。

【0022】次に、被加工部材と成形ロールとの周速度差を制御する1つの形態として「すべり率制御」について図8を用いて説明する。「すべり率制御」では、すべり率を第3所定範囲($m1 \sim m2$ の範囲： $m1 < m2$)に維持する。制御手段100は、ステップS310にて、回転速度センサ2a、69aの出力信号に基づいて

(6)

10

被加工部材回転速度($R1$)、成形ロール回転速度($R2$)を検出する。次に、ステップS320にて、被加工部材外形検出手段80の出力信号(この場合は、プローブ80aによる出力信号)に基づいて被加工部材と成形ロール60aの当接部位における、被加工部材の直径($d1$)を検出する。そして、ステップS330にて、検出した被加工部材の直径($d1$)と検出した被加工部材回転速度($R1$)に基づいて被加工部材周速度(Vw)を検出する。また、予め判っている成形ロール60aの直径($d2$)と検出した成形ロール回転速度($R2$)に基づいて成形ロール周速度(Vr)を検出する。次に、ステップS340にて、検出した被加工部材周速度(Vw)と成形ロール周速度(Vr)に基づいてすべり率(M) ($M = (Vw - Vr) / Vw$)を検出する。

【0023】そして、ステップS350にて、すべり率(M)が $m1$ 以上であるか否かを判定する。 $m1$ 以上である場合(Yesの場合)は、ステップS360に進む。 $m1$ 未満である場合(Noの場合)は、ステップS370aに進む。ステップS370aでは、被加工部材回転速度($R1$)を増加(例えば、主軸駆動モータ4への供給電力を、微小な所定量である ΔW 分増加)させたり、あるいは成形ロール回転速度($R2$)を減少(例えば、ロール駆動モータ61aへの供給電力を、微小な所定量である ΔW 分減少)させ、処理を終了する。ステップS360では、すべり率(M)が $m2$ 以下であるか否かを判定する。 $m2$ 以下である場合(Yesの場合)は、処理を終了する。 $m2$ より大きい場合(Noの場合)は、ステップS370bに進む。ステップS370bでは、被加工部材回転速度($R1$)を減少(例えば、主軸駆動モータ4への供給電力を、微小な所定量である ΔW 分減少)させたり、あるいは成形ロール回転速度($R2$)を増加(例えば、ロール駆動モータ61aへの供給電力を、微小な所定量である ΔW 分増加)させ、処理を終了する。

【0024】以上の処理手順により、押し付け力を第1所定範囲に維持し、移動力を第2所定範囲に維持することで加工能率を維持することができる。また、被加工部材と成形ロールの周速度の差を制御する形態の1例として「すべり率」を第3所定範囲に維持することで高精度の加工を達成させることができる。なお、第1所定範囲($f1 \sim f2$)、第2所定範囲($f3 \sim f4$)、第3所定範囲($m1 \sim m2$)は、種々の実験結果等から、被加工部材の材質、要求加工精度等に基づいて最適な値が設定される。また、「すべり率」を所定範囲に維持する制御に代えて、周速度の差を所定範囲に維持するようにしてもよい。この第1の実施の形態では、所定の加工能率を維持するために、押し付け力を第1所定範囲に維持する制御と移動力を第2所定範囲に維持する制御とを、好適な例として併用しているが、いずれか一方の制御、好ましくは後者の制御のみとしてもよい。

(7)

11

【0025】◆[第2の実施の形態] 第2の実施の形態では、第1の実施の形態と同様に、予め設定された加工能率を維持した状態で、被加工部材に破壊、しわ、亀裂等が発生させることなく高精度に加工する方法について説明する。この場合、加工能率の維持は、トルクセンサ3aにて検出したトルクを第4所定範囲に維持することで達成することができる。また、高精度の加工は、被加工部材と成形ロールの周速度の差を第3所定範囲に維持することで達成することができる。

【0026】次に、図9及び図10に示すフローチャートと図5を用いて、制御手段100の処理手順について説明する。図9及び図10のフローチャートに示す処理は、例えば、所定時間毎(10ms毎等)に実行される。まず、図9の「トルク制御」について説明する。

「トルク制御」では、トルク(T)を、第4所定範囲($t_1 \sim t_2$ の範囲： $t_1 < t_2$)に維持する。制御手段100は、ステップS410にて、トルクセンサ3aの出力信号に基づいてトルク(T)を検出する。そして、ステップS420にて、トルク(T)が t_1 以上であるか否かを判定する。 t_1 以上である場合(Yesの場合)は、ステップS430に進む。 t_1 未満である場合(Noの場合)は、ステップS440aに進む。ステップS440aでは主軸駆動モータ4への供給電力を増加(例えば、微小な所定量である ΔW 分増加)させ、処理を終了する。ステップS430では、トルク(T)が t_2 以下であるか否かを判定する。 t_2 以下である場合(Yesの場合)は、処理を終了する。 t_2 より大きい場合(Noの場合)は、ステップS440bに進む。ステップS440bでは主軸駆動モータ4への供給電力を減少(例えば、微小な所定量である ΔW 分減少)させ、処理を終了する。

【0027】次に、被加工部材と成形ロールとの周速度差を制御する1つの形態として「すべり率制御」について図10を用いて説明する。「すべり率制御」では、すべり率を第3所定範囲($m_1 \sim m_2$ の範囲： $m_1 < m_2$)に維持する。図10に示すフローチャートは、図8に示すフローチャートに対して、ステップS570a、ステップS570bの処理内容が異なるのみである。よって、この相違点のみ説明する。ステップS570aでは、成形ロール回転速度(R2)を減少(例えば、ロール駆動モータ61aへの供給電力を、微小な所定量である ΔW 分減少)させ、処理を終了する。本実施の形態では、被加工部材回転速度(R1)をトルク(T)に応じて制御しているので、成形ロール回転速度(R2)をすべり率に応じて制御する。ステップS570bでは、成形ロール回転速度(R2)を増加(例えば、ロール駆動モータ61aへの供給電力を、微小な所定量である ΔW 分増加)させ、処理を終了する。本実施の形態では、被加工部材回転速度(R1)をトルク(T)に応じて制御しているので、成形ロール回転速度(R2)をすべり率

12

に応じて制御する。

【0028】以上の処理手順により、トルクを第4所定範囲に維持することで加工能率を維持することができる。また、被加工部材と成形ロールの周速度の差を制御する形態の1例として「すべり率」を第3所定範囲に維持することで高精度の加工を達成させることができる。なお、第3所定範囲($m_1 \sim m_2$)、第4所定範囲($t_1 \sim t_2$)は、種々の実験結果等から、被加工部材の材質、要求加工精度等に基づいて最適な値が設定される。また、「すべり率」を所定範囲に維持する制御に代えて、周速度の差を所定範囲に維持するようにしてもよい。

【0029】◆[第3の実施の形態] 第3の実施の形態では、加工初期に作業者によって設定された加工条件(被加工部材回転速度、成形ロール回転速度、押し付け力、移動力等)が適切であるか否かを、加工時の摩擦係数を求めることで判定し、適切でないとは判定した場合は、自動的に適切な加工条件に修正する方法について説明する。この場合、「摩擦係数」は、トルクセンサ3aで検出したトルク(T)と、被加工部材外形検出手段80(この場合は、プローブ80a)で検出した被加工部材の直径(d_1)と、予め判っている成形ロール60aの直径(d_2)と、回転速度センサ2aで検出した被加工部材回転速度(R1)と、回転速度センサ69aで検出した成形ロール回転速度(R2)と、圧力センサ68aで検出した押し付け力(F1)に基づいて算出できる。なお、同一の被加工部材を多量生産する場合等では、被加工部材の直径(d_1)は、どの被加工部材もほぼ同じ値となる。そのため、例えば、予め代表の被加工部材の直径を1個計測しておけば、全ての被加工部材の加工時に必ずしも検出する必要はない。また、リニアセンサ67aからの検出信号に基づいて、被加工部材の直径(d_1)を検出することも可能である。このような場合は、被加工部材外形検出手段80を省略することができる。この「摩擦係数」を適正範囲(第5所定範囲： $n_1 \sim n_2$ の範囲： $n_1 < n_2$)に維持させることで、適切な加工条件で加工することができる。摩擦係数が適正範囲外である場合は、移動力を適正範囲(実験結果等に基づいて設定された $p_1 \sim p_2$ の範囲： $p_1 < p_2$)に制御し、それでも摩擦係数が適正範囲外である場合は、成形ロール回転速度を制御することで、自動的に適切な加工条件に修正することができる。

【0030】次に、図11に示すフローチャートと図5を用いて、制御手段100の処理手順について説明する。図11のフローチャートに示す処理は、例えば、所定時間毎(10ms毎等)に実行される。図11に示す「摩擦係数制御」では、摩擦係数(μ)を、第5所定範囲($n_1 \sim n_2$ の範囲： $n_1 < n_2$)に維持する。制御手段100は、ステップS610にて、回転速度センサ2a、69aの出力信号に基づいて被加工部材回転速度

(8)

13

(R1)、成形ロール回転速度(R2)を検出する。ステップS615では、被加工部材外形検出手段80の出力信号(この場合は、プローブ80aによる出力信号)に基づいて被加工部材と成形ロール60aの当接部位における、被加工部材の直径(d1)を検出する。ステップS625では、トルクセンサ3aの出力信号に基づいてトルク(T)を検出する。ステップS625では、圧力センサ68a、25cの出力信号に基づいて押し付け力(F1)、移動力(F2)を検出する。そして、ステップS630にて、摩擦係数(μ)を算出する。摩擦係数(μ)は、例えば、 $\mu = [T / ((d1/2 + d2/2) * (R2/R1))] * 1/F1$ で与えられる。そして、ステップS640にて、摩擦係数(μ)がn1以上であるか否かを判定する。n1以上である場合(Yesの場合)はステップS645に進み、n1未満である場合(Noの場合)は、ステップS650に進む。ステップS645では、摩擦係数(μ)がn2以下であるか否かを判定する。n2以下である場合(Yesの場合)は、第5所定範囲(n1~n2の範囲:n1<n2)を維持しているので処理を終了する。n2より大きい場合(Noの場合)は、ステップS650に進む。

【0031】ステップS650では、移動力(F2)がp1以上であるか否かを判定する。p1以上である場合(Yesの場合)は、ステップS655に進む。p1未満である場合(Noの場合)は、ステップS660aに進む。ステップS660aでは移動力(F2)を増加(例えば、微小な所定の力である ΔF 分増加)させ、処理を終了する。ステップS655では、移動力(F2)がp2以下であるか否かを判定する。p2以下である場合(Yesの場合)は、ステップS670に進む。p2より大きい場合(Noの場合)は、ステップS660bに進む。ステップS660bでは移動力(F2)を減少(例えば、微小な所定の力である ΔF 分減少)させ、処理を終了する。ステップS670では、成形ロール回転速度(R2)がr1以上であるか否かを判定する。r1以上である場合(Yesの場合)は、ステップS675bに進む。ステップS675bでは成形ロール回転速度(R2)を減少(例えば、ロール駆動モータ61aへの供給電力を、微小な所定量である ΔW 分減少)させ、処理を終了する。r1未満である場合(Noの場合)は、ステップS675aに進み、ステップS675aでは成形ロール回転速度(R2)を増加(例えば、ロール駆動モータ61aへの供給電力を、微小な所定量である ΔW 分増加)させ、処理を終了する。

【0032】以上の処理手順により、摩擦係数が第5所定範囲から逸脱した場合は、まず移動力を所定範囲に維持し、移動力が所定範囲に維持されている場合は、成形ロール回転速度を制御することで、自動的に適切な加工条件に修正することができる。第3の実施の形態では、移動力と成形ロール回転速度を制御したが、押し付け力

14

と被加工部材回転速度を制御してもよく、押し付け力/移動力/被加工部材回転速度/成形ロール回転速度の少なくとも1つを制御すればよい。1つの制御で適切な加工条件に納まらなければ、複数の組み合わせによる対応が可能である。なお、第5所定範囲(n1~n2)、移動力を制御する所定範囲(p1~p2)、成形ロール回転数の判定回転数(r1)は、種々の実験結果等から、被加工部材の材質、要求加工精度等に基づいて、例えば、制御手段100により最適な値に設定される。

10 【0033】◆[第4の実施の形態] 第4の実施の形態では、加工初期に作業者によって設定された加工条件(被加工部材回転速度、成形ロール回転速度、押し付け力、移動力等)が適切であるか否かを、加工時の被加工部材の変形量を求めることで判定し、適切でないとは判定した場合は、自動的に適切な加工条件に修正する方法について説明する。ここで、「被加工部材の変形量」は、「単位時間あたりの寸法の変化量」及び「単位時間あたりの寸法の変化割合」の2通りが考えられる。第4の実施の形態では「単位時間あたりの寸法の変化量」を用いる。この場合、「単位時間あたりの寸法の変化量」は、20 被加工部材外形検出手段80のプローブ80aで検出した被加工部材の直径(d1)あるいは被加工部材外形検出手段80のプローブ80bで検出した被加工部材の長さ(L)において、「今回の検出値-前回(例えば、10ms前)の検出値」に基づいて算出できる。この「単位時間あたりの寸法の変化量」を適正範囲(第6所定範囲:sw1~sw2の範囲:sw1<sw2)に維持させることで、適切な加工条件で加工することができる。単位時間あたりの寸法の変化量が適正範囲外である場合は、30 移動力を適正範囲(実験結果等に基づいて設定されたp1~p2の範囲:p1<p2)に制御し、それでも単位時間あたりの寸法の変化量が適正範囲外である場合は、成形ロール回転速度を制御することで、自動的に適切な加工条件に修正することができる。

【0034】次に、図12に示すフローチャートと図5を用いて、制御手段100の処理手順について説明する。図12のフローチャートに示す処理は、例えば、所定時間毎(10ms毎等)に実行される。図12に示す「変形量制御」では、変形量(この場合、単位時間あたりの寸法の変化量である $\Delta d1$)を、第6所定範囲(sw1~sw2の範囲:sw1<sw2)に維持する。制御手段100は、ステップS710にて、回転速度センサ69aの出力信号に基づいて成形ロール回転速度(R2)を検出する。ステップS715では、被加工部材外形検出手段80の出力信号(例えば、プローブ80aによる出力信号)に基づいて被加工部材と成形ロール60aの当接部位における、被加工部材の直径(d1)を検出する。ステップS720では、圧力センサ、25cの出力信号に基づいて移動力(F2)を検出する。そして、50 ステップS730にて、単位時間あたりの寸法の変

(9)

15

化量 ($\Delta d1$) を算出する。寸法の変化量 ($\Delta d1$) は、例えば、 $\Delta d1 = \text{今回}[i]$ の $d1$ の検出値 $d1[i] - \text{前回}[i-1]$ の $d1$ の検出値 $d1[i-1]$ で与えられる。そして、ステップ S740 にて、寸法の変化量 ($\Delta d1$) が $sw1$ 以上であるか否かを判定する。 $sw1$ 以上である場合 (Yes の場合) はステップ S745 に進み、 $sw1$ 未満である場合 (No の場合) は、ステップ S750 に進む。ステップ S745 では、寸法の変化量 ($\Delta d1$) が $sw2$ 以下であるか否かを判定する。 $sw2$ 以下である場合 (Yes の場合) は、第6所定範囲 ($sw1 \sim sw2$ の範囲: $sw1 < sw2$) を維持しているので処理を終了する。 $sw2$ より大きい場合 (No の場合) は、ステップ S750 に進む。

【0035】ステップ S750 では、移動力 ($F2$) が $p1$ 以上であるか否かを判定する。 $p1$ 以上である場合 (Yes の場合) は、ステップ S755 に進む。 $p1$ 未満である場合 (No の場合) は、ステップ S760a に進む。ステップ S760a では移動力 ($F2$) を増加

(例えば、微小な所定の力である ΔF 分増加) させ、処理を終了する。ステップ S755 では、移動力 ($F2$) が $p2$ 以下であるか否かを判定する。 $p2$ 以下である場合 (Yes の場合) は、ステップ S770 に進む。 $p2$ より大きい場合 (No の場合) は、ステップ S760b に進む。ステップ S760b では移動力 ($F2$) を減少 (例えば、微小な所定の力である ΔF 分減少) させ、処理を終了する。ステップ S770 では、成形ロール回転速度 ($R2$) が $r1$ 以上であるか否かを判定する。 $r1$ 以上である場合 (Yes の場合) は、ステップ S775b に進み、ステップ S775b では成形ロール回転速度 ($R2$) を減少 (例えば、ロール駆動モータ 61a への供給電力を、微小な所定量である ΔW 分減少) させ、処理を終了する。 $r1$ 未満である場合 (No の場合) は、ステップ S775a に進み、ステップ S775a では成形ロール回転速度 ($R2$) を増加 (例えば、ロール駆動モータ 61a への供給電力を、微小な所定量である ΔW 分増加) させ、処理を終了する。

【0036】以上の処理手順により、単位時間あたりの寸法の変化量が第6所定範囲から逸脱した場合は、まず移動力を所定範囲に維持し、移動力が所定範囲に維持されている場合は、成形ロール回転速度を制御することで、自動的に適切な加工条件に修正することができる。第4の実施の形態では、移動力と成形ロール回転速度を制御したが、押し付け力と被加工部材回転速度を制御してもよく、押し付け力/移動力/被加工部材回転速度/成形ロール回転速度の少なくとも1つを制御すればよい。1つの制御で適切な加工条件に納まらなければ、複数の組み合わせによる対応が可能である。なお、第6所定範囲 ($sw1 \sim sw2$)、移動力を制御する所定範囲 ($p1 \sim p2$)、成形ロール回転数の判定回転数 ($r1$) は、種々の実験結果等から、被加工部材の材質、要

16

求加工精度等に基づいて、例えば、制御手段 100 により最適な値に設定される。以上では、被加工部材の直径 ($d1$) について寸法の変化量を求めたが、被加工部材の長さ (L) について寸法の変化量を求めてもよい。この場合、ステップ S715、ステップ S730、ステップ S740、ステップ S745 に示す直径 ($d1$) が長さ (L) に変更になる。この場合は、ステップ S715 では、被加工部材外形検出手段 80 の出力信号 (例えば、プローブ 80b による出力信号) に基づいて被加工部材の長さ (L) を検出する。

【0037】◆ [第5の実施の形態] 第5の実施の形態では、第4の実施の形態と同様に、加工初期に作業者によって設定された加工条件 (被加工部材回転速度、成形ロール回転速度、押し付け力、移動力等) が適切であるか否かを、加工時の被加工部材の変形量を求めることで判定し、適切でないと判定した場合は、自動的に適切な加工条件に修正する方法について説明する。第4の実施の形態との相違点は、「被加工部材の変形量」が、「単位時間あたりの寸法の変化量」でなく、「単位時間あたりの寸法の変化割合」である。この場合、「単位時間あたりの寸法の変化割合」は、被加工部材外形検出手段 80 のプローブ 80a で検出した被加工部材の直径 ($d1$) あるいは被加工部材外形検出手段 80 のプローブ 80b で検出した被加工部材の長さ (L) において、

「[今回の検出値 - 前回 (例えば、10ms 前) の検出値] / 今回の検出値」に基づいて算出できる。この「単位時間あたりの寸法の変化割合」を適正範囲 (第7所定範囲: $sr1 \sim sr2$ の範囲: $sr1 < sr2$) に維持させることで、適切な加工条件で加工することができる。単位時間あたりの寸法の変化割合が適正範囲外である場合は、移動力を適正範囲 (実験結果等に基づいて設定された $p1 \sim p2$ の範囲: $p1 < p2$) に制御し、それでも単位時間あたりの寸法の変化割合が適正範囲外である場合は、成形ロール回転速度を制御することで、自動的に適切な加工条件に修正することができる。

【0038】第5の実施の形態では、図12に示したフローチャートからステップ S730、ステップ S740、ステップ S745 が異なる。この相違点のみを説明する。ステップ S730 では、単位時間あたりの寸法の変化割合 ($\Delta d1 / d1$) を算出する。寸法の変化割合 ($\Delta d1 / d1$) は、例えば、 $\Delta d1 / d1 = (\text{今回}[i] \text{ の } d1 \text{ の検出値 } d1[i] - \text{前回}[i-1] \text{ の } d1 \text{ の検出値 } d1[i-1]) / \text{今回}[i] \text{ の } d1 \text{ の検出値 } d1[i]$ で与えられる。そして、ステップ S740 にて、寸法の変化割合 ($\Delta d1 / d1$) が $sr1$ 以上であるか否かを判定する。 $sr1$ 以上である場合 (Yes の場合) はステップ S745 に進み、 $sr1$ 未満である場合 (No の場合) は、ステップ S750 に進む。ステップ S745 では、寸法の変化割合 ($\Delta d1 / d1$) が $sr2$ 以下であるか否かを判定する。 $sr2$ 以下である

(10)

17

場合 (Yes の場合) は、第7所定範囲 ($s r 1 \sim s r 2$ の範囲: $s r 1 < s r 2$) を維持しているので処理を終了する。 $s r 2$ より大きい場合 (No の場合) は、ステップ S 7 5 0 に進む。

【0039】以上の処理手順により、単位時間あたりの寸法の変化割合が第7所定範囲から逸脱した場合は、まず移動力を所定範囲に維持し、移動力が所定範囲に維持されている場合は、成形ロール回転速度を制御することで、自動的に適切な加工条件に修正することができる。第5の実施の形態では、移動力と成形ロール回転速度を制御したが、押し付け力と被加工部材回転速度を制御してもよく、押し付け力/移動力/被加工部材回転速度/成形ロール回転速度の少なくとも1つを制御すればよい。1つの制御で適切な加工条件に納まらなければ、複数の組み合わせによる対応が可能である。なお、第7所定範囲 ($s r 1 \sim s r 1$)、移動力を制御する所定範囲 ($p 1 \sim p$)、成形ロール回転数の判定回転数 ($r 1$) は、種々の実験結果等から、被加工部材の材質、要求加工精度等に基づいて、例えば、制御手段 1 0 0 により最適な値に設定される。以上では、被加工部材の直径 ($d 1$) について寸法の変化割合を求めたが、被加工部材の長さ (L) について寸法の変化割合を求めてもよい。この場合、ステップ S 7 1 5、ステップ S 7 3 0、ステップ S 7 4 0、ステップ S 7 4 5 に示す直径 ($d 1$) が長さ (L) に変更になる。この場合は、ステップ S 7 1 5 では、被加工部材外形検出手段 8 0 の出力信号 (例えば、プローブ 8 0 b による出力信号) に基づいて被加工部材の長さ (L) を検出する。

【0040】本発明の加工装置は、実施の形態で説明した構造に限定されず、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更、追加、削除が可能である。例えば、本発明の加工装置の構造は、図1、図2、図3、図5に示す構造に限定されない。また、加工装置の制御手段、各種のセンサ、各種の駆動部分の接続は、図5に示す接続に限定されない。また、制御手段の処理手順及び処理内容は、図7、図8、図9、図10、図11、図12に示すフローチャートに限定されない。また、以上 (\geq)、以下 (\leq)、より大きい ($>$)、未満 ($<$) 等は、等号を含んでも含まなくてもよい。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1～2に記載の加工装置を用いれば、高い加工能率を維持した状態で、被加工部材に破壊、しわ、亀裂等を発生させることなく高精度に加工することができる加工装置を提供できる。また、請求項3～6に記載の加工装置を用いれば、作業によって加工初期に設定された加工条件に対して、最適な加工条件に自動的に修正することができる加工装置を提供できる。

18

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の加工装置の一実施の形態の概略正面図である。

【図2】図1のA矢視方向から見た加工装置の断面図である。

【図3】図2のB矢視方向から見たロールヘッド 7 0 a、成形ロール 6 0 a、駆動装置 6 2 a の断面図である。

【図4】本発明の加工装置による加工において、中心部に穴のあいた円盤状部材から、内孔に溝が形成されたカップ状部材を成形する過程の例を示す図である。

【図5】本発明の加工装置における、加工に関する駆動部分、当該駆動部分等の状態 (回転数、力等) を検出するセンサ、当該センサの出力に基づいて駆動部分を制御する制御手段の接続の例を示す図である。

【図6】被加工部材の周速度、成形ロールの周速度、すべり率について説明するための図である。

【図7】第1の実施の形態の処理手順 (押し付け手段制御、移動手段制御) の例を示すフローチャートである。

【図8】第1の実施の形態の処理手順 (すべり率制御) の例を示すフローチャートである。

【図9】第2の実施の形態の処理手順 (トルク制御) の例を示すフローチャートである。

【図10】第2の実施の形態の処理手順 (すべり率制御) の例を示すフローチャートである。

【図11】第3の実施の形態の処理手順 (摩擦係数制御) の例を示すフローチャートである。

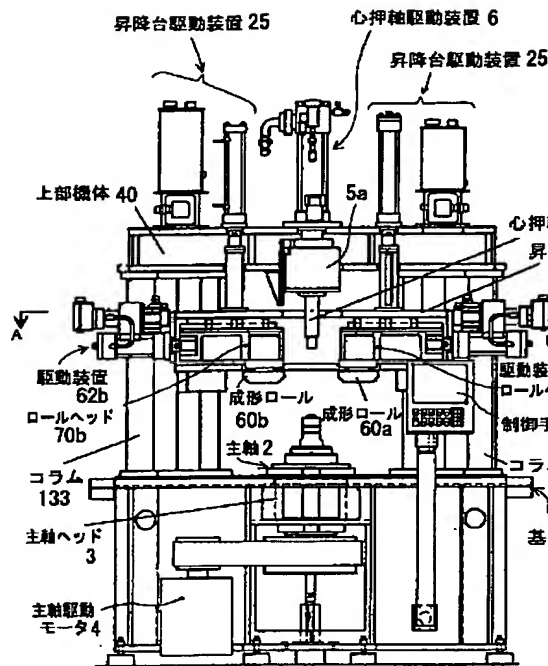
【図12】第4及び第5の実施の形態の処理手順 (変形量制御) の例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

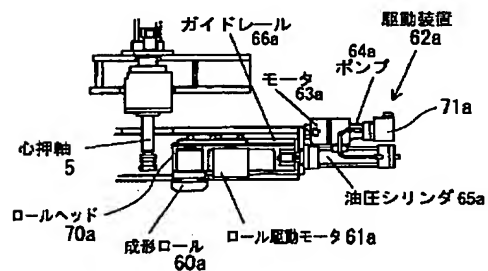
2	主軸
2 a、6 9 a	回転速度センサ
3 a	トルクセンサ
4	主軸駆動モータ
5	心押軸
2 5 a、6 3 a	モータ
2 5 b、6 4 a	ポンプ
2 5 c、6 8 a	圧力センサ
2 5 d、6 7 a	リニアセンサ
6 0 a	成形ロール
6 1 a	ロール駆動モータ
8 0	被加工部材外形検出手段
8 0 a、8 0 b	プローブ
1 0 0	制御手段
1 0 0 a	コントローラ
1 0 0 b	A-D変換器
1 0 0 c	駆動回路

(11)

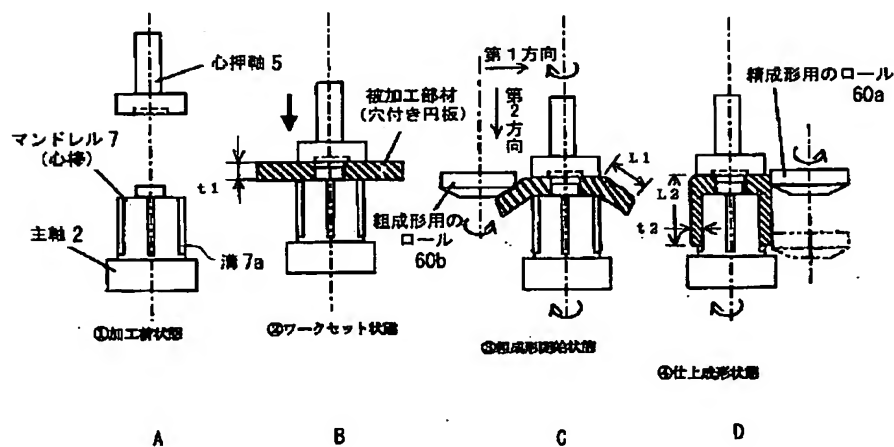
【図 1】



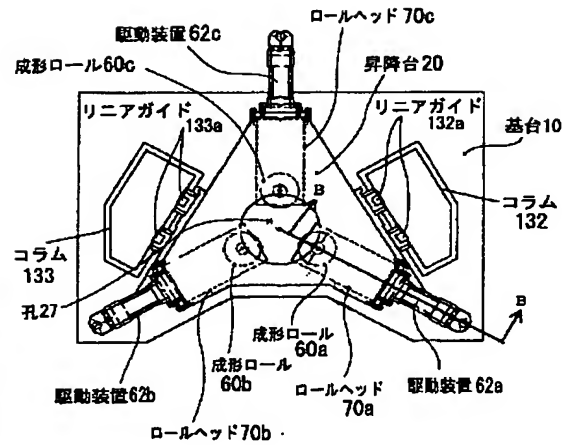
【図 3】



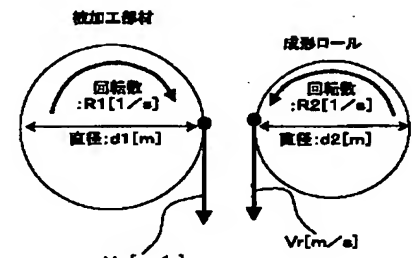
【図 4】



【図 2】



【图 6】

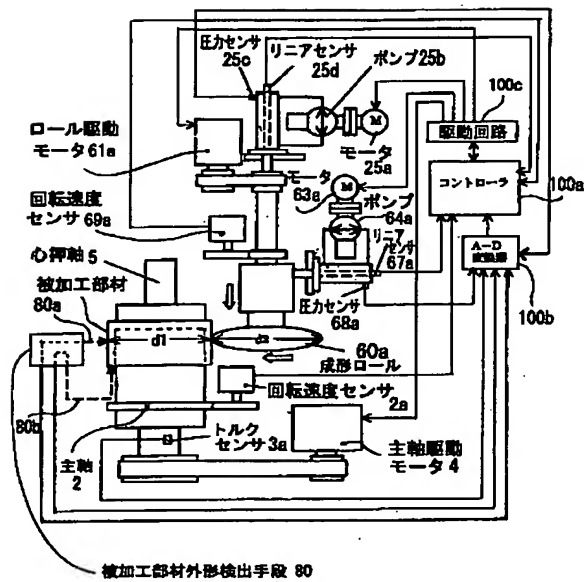


$$\text{すべり率}(M) = (V_w - V_r) / V_w$$

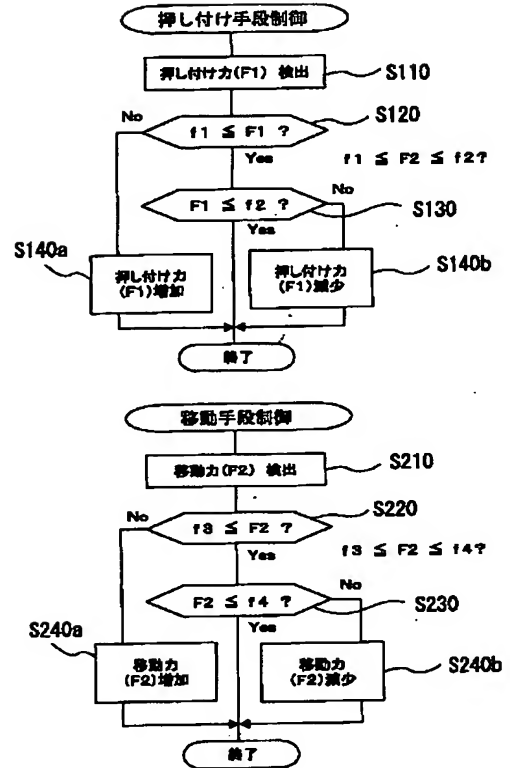
ただし、 $Vw \geq Vt$

(12)

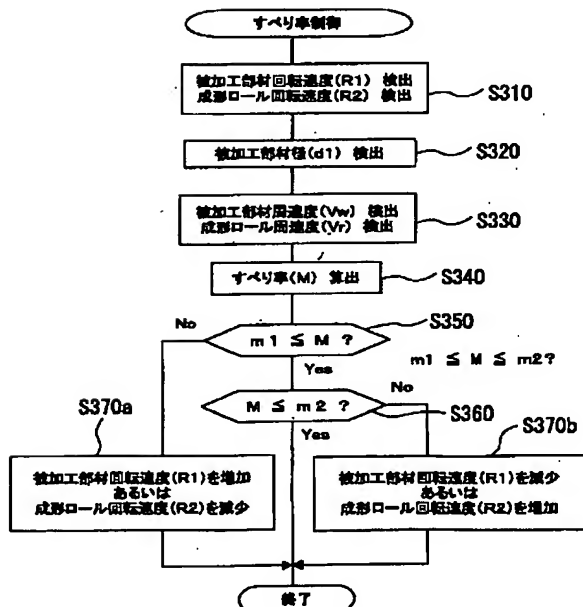
【図5】



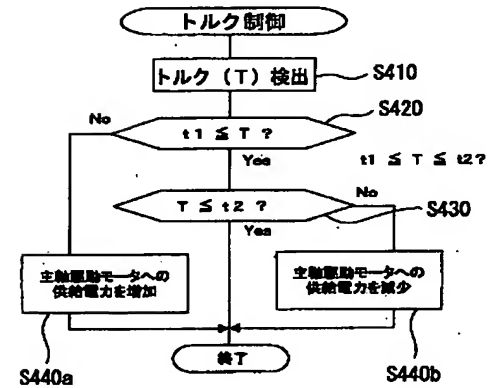
【図7】



【図8】

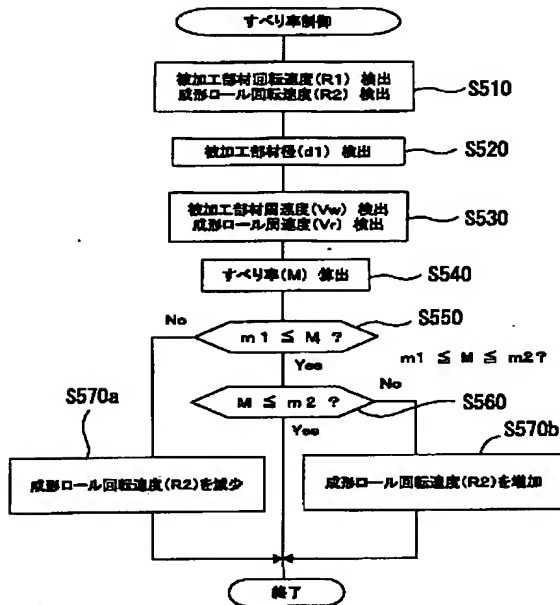


【図9】

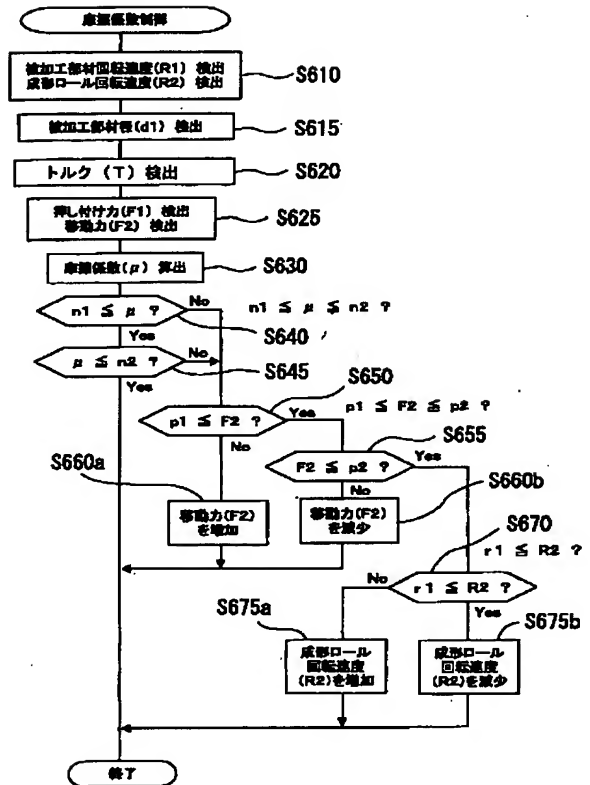


(13)

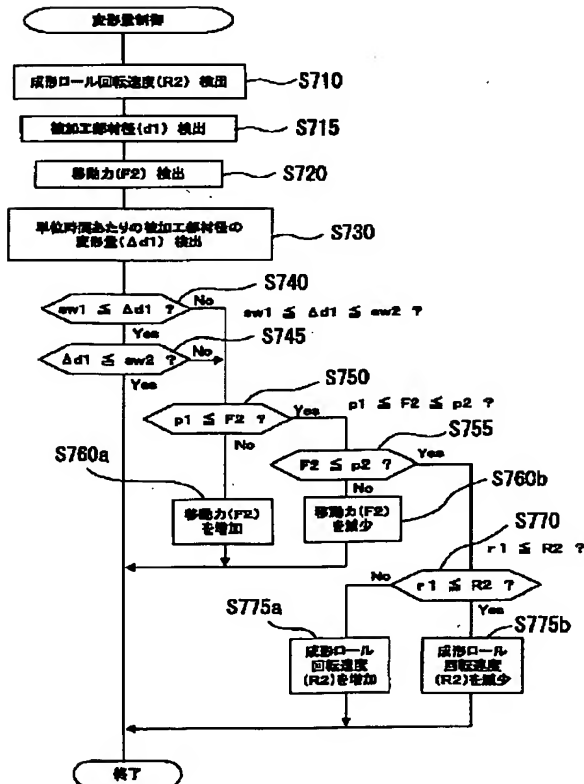
【図10】



【図11】



【図12】



(14)

フロントページの続き

(72) 発明者 谷口 孝夫
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(72) 発明者 長濱 貴也
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(72) 発明者 田中 利秋
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内